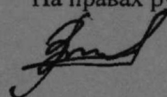


На правах рукописи



КЛИМОВ ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАСОСНЫХ
СКВАЖИН ОПТИМИЗАЦИЕЙ РАБОТЫ ШТАНГОВЫХ КОЛОНН**

25.00.17 — Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых
месторождений

05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и
комплексы программ

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Работа выполнена в Татарском научно-исследовательском и проектном институте нефти (ТатНИПИнефть) ОАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина.

Научные руководители:

доктор технических наук
Валовский Владимир Михайлович

доктор физико-математических наук,
профессор **Трусов Пётр Валентинович**

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор
Уразов Камил Рахматуллович

доктор технических наук, профессор
Цаплин Алексей Иванович

Ведущее предприятие:

Общество с ограниченной
ответственностью «Научно-
производственный инженерный центр
«КАЧЕСТВО» (г. Ижевск)

Защита диссертации состоится **10 декабря 2009 г. в 15 часов** на заседании диссертационного совета Д 222.018.01 в Татарском научно-исследовательском и проектном институте нефти (ТатНИПИнефть) ОАО «Татнефть» по адресу: 423236, г. Бугульма, ул. М.Джалиля, 32.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Татарского научно-исследовательского и проектного института нефти.

Автореферат разослан

10 ноября 2009 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 222.018.01,

кандидат технических наук

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА КГУ



0000621056

И.В. Львова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Объект исследования.

Несмотря на то, что суммарная добыча нефти из скважин, оборудованных скважинными штанговыми насосными установками (СШНУ), в России составляет в среднем около 22 %, доля механизированного фонда скважин, оснащенного СШНУ, оценивается в нашей стране цифрой порядка 60 % (в США — около 90 %). Штанговая колонна является элементом СШНУ, который, в первую очередь, определяет длительность и безотказность работы установки. В Российских нефтяных компаниях по разным данным отказы штанговой колонны из-за обрывов штанг по телу составляют 30-40% всех отказов СШНУ, что определило выбор объекта исследования.

Актуальность проблемы.

Эффективность насосной добычи нефти в значительной мере определяется надёжностью ключевого элемента СШНУ — штанговой колонны, а также совершенством системы её технического обслуживания и ремонта. Вопросам увеличения сроков безаварийной эксплуатации штанговых колонн, в частности, были посвящены работы А.С. Вирновского, который исследовал зависимость частоты разрушений от условий и режимов эксплуатации для случая одноосного циклического нагружения насосных штанг, и Б.Б. Крумана, обосновавшего высокую концентрацию напряжения в переходных зонах как первопричину обрывов штанг по телу. Известны современные исследования научных и производственных организаций добычи нефти в России и за рубежом.

Однако комплексного подхода к повышению эффективности эксплуатации насосных скважин оптимизацией работы штанговых колонн с учетом изменения их технического состояния до настоящего времени разработано не было.

Сказанное выше определяет актуальность выбранной темы исследования.

Предметом настоящей работы является разработка двух подходов к выполнению одновременного предъявления жёстких требований к длительности безаварийной работы и продолжительности эксплуатации штанговых колонн:

1) *эффективное использование имеющегося ресурса* и его оптимизация по условиям работы в нефтедобывающей скважине с учётом технического состояния штанговой колонны;

2) *повышение ресурса* штанговой колонны совершенствованием её свойств и приспособленности к условиям работы в нефтедобывающей скважине.

Цель работы:

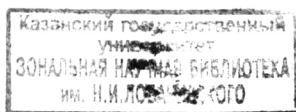
Повышение межремонтного периода работы насосных скважин на основе разработки системного подхода к прогнозированию изменений технического состояния штанговых колонн и рациональных режимов технического обслуживания и ремонта, а также на основе увеличения сроков безаварийной эксплуатации штанговых колонн.

Основные задачи:

1. Экспериментальное и теоретическое исследование изменений технического состояния штанговых колонн в скважине и влияния на него технологических процессов технического обслуживания и ремонта путём:
 - а) разработки методики и исследования характера изменения технического состояния штанговой колонны в нефтедобывающей скважине;
 - б) исследования эффективности оценки технического состояния штанговых колонн применяемыми методами и средствами неразрушающего контроля;
 - в) исследования эффективности существующих и возможных методов ремонта штанговой колонны перед применением в нефтедобывающих скважинах.
2. Разработка технических решений, увеличивающих сроки безаварийной эксплуатации штанговых колонн в нефтедобывающих скважинах резервированием, созданием механизма остановки распространения дефектов, предварительным заданием рационального распределения напряжений в их элементах.

Методы решения поставленных задач

1. Первый комплекс задач решён путём анализа и обобщения результатов, полученных экспериментально — по специально разработанной методике в промысловых условиях статистическими методами с применением приложений теории надёжности, и теоретически — математическим моделированием напряжённо-деформированного состояния (НДС) штанговых колонн в условиях сложного нагружения. Получение однородных статистических экспериментальных данных обеспечено: исключением влияния случайных факторов на результаты эксперимента, попарным подбором скважин и глубиннонасосного оборудования, пооперационным контролем следования методике при подготовке и проведении эксперимента. Для численного решения краевых задач теории упругости при определении НДС штанговых колонн использован метод конечных элементов, реализованный в пакете прикладных программ ANSYS. Достоверность полученных теоретических и экспериментальных результатов обеспечена количественным и качественным их согласием, однородностью испытаний в нефтедобывающих скважинах, единством измерений и оценкой точности с гарантированной доверительной вероятностью.



2. Второй комплекс задач решён математическим моделированием НДС и устойчивости при одноосном нагружении глубиннонасосной штанги, увеличивающей сроки безаварийной эксплуатации штанговых колонн в нефтедобывающих скважинах за счёт постоянно включенного резерва, защищённого от активного усталостного и коррозионного разрушения механизмом остановки распространения дефектов и технологически заданным дифференцированным распределением составляющих суммарного уравновешенного напряжения: сжимающих — в наружных, растягивающих — во внутренних её элементах. Численное решение задач оптимизации для любых исходных данных и областей определения параметров проведено с помощью разработанной компьютерной программы, в которой реализован один из методов прямого поиска — метод Нелдера-Мида.

Научная новизна:

1. Экспериментально подтверждены постоянство интенсивности обрывов насосных штанг равного качества в одинаковых условиях в скважине в период нормальной работы и повышение интенсивности — в последней стадии коррозионно-усталостного разрушения.

2. Уточнены предельные напряжения усталости материала насосных штанг для несимметричного цикла с учётом искривления скважины.

3. Методами математического моделирования установлено возникновение сложного НДС в местах поверхностных дефектов штанговых колонн, превышение в зоне концентрации напряжений предела текучести материала и их снижение при технологическом воздействии на структурные параметры.

4. Разработаны прогностическая модель увеличения сроков безаварийной эксплуатации штанговых колонн в нефтедобывающих скважинах (резервированием и защитой резерва с помощью механизма остановки распространения эксплуатационных дефектов, заданием дифференцированного распределения напряжений в элементах штанговой колонны) и математическая модель технологического процесса упруго-пластического упрочнения штанг.

Защищаемые результаты и положения:

1. Результаты экспериментальных исследований влияния технического состояния штанг и величины приведённого напряжения в точке подвеса на интенсивность их обрывов в нефтедобывающей скважине.

2. Результаты сравнительных испытаний в нефтяных скважинах штанговых колонн с техническим состоянием, оцененным различными физическими методами неразрушающего контроля.

3. Результаты экспериментальных исследований влияния эксплуатационных дефектов и остаточных напряжений сжатия в поверхностных слоях насосных штанг на их наработку в нефтедобывающей скважине.

4. Результаты математического моделирования эффекта восстановления технического состояния штанг до пригодного к эксплуатации в скважине механической обработкой макродефектов и метод ремонта при сервисном обслуживании.

5. Усовершенствованная теоретическая формула определения предельного напряжения усталости материала насосных штанг для несимметричного цикла с учётом искривления скважины.

6. Прогностическая модель увеличения сроков безаварийной эксплуатации резервированных штанговых колонн в нефтедобывающих скважинах и результаты математического моделирования технологического процесса их упрочнения.

Практическая ценность работы.

1. Апробирована методика испытаний штанговых колонн на надёжность в течение 26 месяцев на выборке штанг, прошедших последовательную диагностику акустико-эмиссионным, магнитным и эхо-импульсным методами в 12 скважинах НГДУ «Бавлынефть», «Джалильнефть» и «Ленингорскнефть» ОАО «Татнефть».

2. Экспериментально показана высокая вероятность достоверной оценки технического состояния эхо-импульсным дефектоскопом, подтверждена эмпирическая связь его информативных и структурных параметров дефектов, разработаны общие требования к диагностическому обеспечению насосных штанг. Исследована эффективность оценки технического состояния штанговых колонн техническими средствами на основе акустико-эмиссионного и магнитного методов альтернативным методом с применением эхо-импульсного дефектоскопа. Опытная проверка четырех выборок по 500 штанг из ремонтных партий показала в них присутствие от 30 до 40% штанг, техническое состояние которых соответствует завершающей стадии усталостного разрушения, а следовательно, способствует преждевременному обрыву колонны.

3. Теоретически обоснована технология ремонта насосных штанг механической обработкой дефектов. Опытная переборка отбракованных принятыми методами неразрушающего контроля штанг показала возможность ремонта механической обработкой до 30% объёма исследованной партии в условиях ОАО «Татнефть».

4. Предложены показатели эксплуатационной надёжности штанговой колонны и экспериментально подтверждена необходимость нормирования технического состояния штанговой колонны для их применения. Результаты исследований

учтёны в ТУ 3665-029-00217515-06 на насосные штанги ОАО «Очёрский машиностроительный завод» для ОАО «Татнефть».

5. Разработаны конструктивная схема насосной штанги для применения на участках штанговой колонны с пониженной надёжностью с прогнозом увеличения срока безаварийной работы в два раза, расчётные формулы для проектирования технологических режимов изготовления и оптимизации её свойств.

6. Четыре технических решения, созданные в процессе выполнения работы, имеют новизну и признаны изобретениями.

Апробация работы.

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на научно-технической конференции, посвящённой 60-летию разработки Ромашкинского нефтяного месторождения в г. Лениногорске, 2008 г., на семинаре — совещании «Итоги работы службы главного механика ОАО «Татнефть» 29 апреля 2009 г. в г. Альметьевск, научно-практической конференции НГДУ «Джалильнефть» в 2007 г. в р.п. Джалиль, на межведомственном научно-техническом семинаре, посвящённом проблемам повышения надёжности глубиннонасосного оборудования 27 ноября 2007 г. в г. Бугульма, на расширенном семинаре кафедры математического моделирования систем и процессов Пермского государственного технического университета 16 октября 2009 г, на заседании методического совета отдела эксплуатации и ремонта скважин института ТатНИПИнефть 20 октября 2009 г.

Публикации. Основные результаты работы содержатся в двенадцати опубликованных работах, семь из которых в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ. Четыре патента опубликованы в бюллетене изобретений.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных выводов, списка литературы, отпечатанных на 159 страницах машинописного текста, включая 3 таблицы и 70 рисунков и Приложения на 11 страницах. Список литературы содержит 122 наименования.

Личный вклад соискателя в представленных к защите материалах состоит в разработке содержательных и прогностических моделей эксплуатационных параметров штанги на этапах проектирования, производства и эксплуатации, в проведении теоретических и экспериментальных исследований, обсуждении и обобщении результатов, подготовке статей, докладов, разработке новых технических и технологических решений повышения надёжности штанг и штанговых колонн.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении показана актуальность темы диссертации, степень разработанности направления исследования, изложены цели и определены задачи, в виде краткой аннотации изложено общее представление о работе и то новое, что вносится автором в исследование проблемы и выносится на защиту.

Первая глава посвящена обзору и анализу существующих методов эксплуатации СШНУ, направленных на повышение работоспособности штанговых колонн, на основе работ таких авторов, как А.С. Вирновский, А.Н. Адонин, А.М. Пирвердян, Б.Б. Круман, М.Д. Валеев, К.Р. Уразаков, В.М. Валовский, М.М. Хасанов, Ю.А. Песляк, П.А. Алиевский, Н.Д. Дрэготэску, П.В. Трусов, В.С. Евченко, А.С. Керимзаде, Б.М. Ахмедов, С.Г. Бабаев, В.Н. Ивановский, И.Т. Мищенко, В.Н. Протасов, В.В. Семёнов, Х. Майер, Е.И. Бухаленко, Ш.К. Гиматудинов, И.Л. Фаерман, В.И. Щуров, научных и производственных организаций: ТатНИПИнефть, ПермНИПИнефть, УГНТУ, АНК «Башнефть», РН-УфаНИПИнефть, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, ПГТУ, Лукойл-Западная Сибирь, Новомет-Пермь, УГТУ, ПечорНИПИнефть и других.

На основе анализа дана характеристика межремонтного периода, оценка технико-экономического содержания существующих методов эксплуатации насосных скважин, определены пути их совершенствования с учётом технического состояния штанговых колонн. Существующие методы эксплуатации направлены на накопление производственного опыта и с помощью высококвалифицированных экспертов-технологов – его эмпирическое использование для совершенствования компонентов системы технического обслуживания. В противоположность им, повышение эффективности эксплуатации насосных скважин оптимизацией работы штанговых колонн основано на установлении и изучении количественных характеристик надёжности, их связи с показателями экономичности и эффективности, что возможно только с учётом определения их технического состояния на этапах эксплуатации и должно строиться на следующих знаниях: о механизмах и процессах эволюции технического состояния штанг и штанговых колонн в процессе эксплуатации; о методах ремонта штанг и штанговых колонн, улучшающих их техническое состояние; о методах идентификации технического состояния штанг в скважине и при проведении сервисного обслуживания; о методах, увеличивающих наработку штанговых колонн в нефтедобывающих скважинах. Изложенное определило цель и задачи исследований, сформулированные в общей характеристике работы.

Во второй главе приведены основные понятия, определения и соотношения металловедения, механики разрушения, линейной теории упругости и теории

пластичности, статистики и надёжности, необходимые для описания постепенных количественных и качественных изменений технического состояния штанговых колонн на этапах сервисного обслуживания и применения в скважине.

На основе известных работ проанализированы критерии разрушения, влияние внешних условий нагружения, концентрации и интенсивности напряжений на усталость, сформулированы математическая постановка квазистатической краевой задачи механики деформируемого твердого тела и механики разрушения при определении и сравнении НДС штанговых колонн на разных этапах эксплуатации, а также математическая постановка задачи линейной изотропной теории упругости в случае квазистатического нагружения, соотношение для определения НДС штанг при совместном действии растягивающей силы и изгиба, дано краткое описание метода конечных элементов для численного решения задач определения НДС насосной штанги.

Циклическая нагрузка, передаваемая приводом СШНУ через колонну насосных штанг, неравномерно распределяется по её длине и неодинаково влияет на изменение технического состояния её элементов. В свою очередь, техническое состояние определяется состоянием их поверхностного слоя. Параметры макродефектов, развивающихся с поверхности, являются основными признаками, характеризующими приобретённое при эксплуатации техническое состояние штанговых колонн, которые подлежат идентификации средствами технического диагностирования. Проанализирована кривая усталости для циклов с различными показателями асимметричности. Обоснованы следующие предположения:

- величина приведённого напряжения в точке подвеса штанговой колонны не влияет на характер интенсивности обрывов штанг;
- изменение характера поведения интенсивности обрывов штанг с одинаковым техническим состоянием связано с двухстадийностью процесса коррозионно-усталостного разрушения.

В третьей главе рассмотрены: *теоретическое решение первого комплекса задач, направленных на эффективное использование ресурса серийных насосных штанг*, результаты аналитического и численного исследования НДС штанговых колонн на всех основных этапах эксплуатации и выполнен их анализ. Показано возникновение сложного НДС с концентрацией напряжений вблизи макродефектов и значительное увеличение максимальной интенсивности напряжений по сравнению с новой штангой. Обоснована укрупнённая классификация и допустимые показатели параметрических отказов насосных штанг. Показано, что механическая обработка дефектов (рис. 1) в пределах показателей параметрических отказов позволяет снизить уровень максимальной интенсивности напряжений до величин меньших, чем

конструктивно определённые в элементах штанги, при этом несущая способность снижается незначительно.

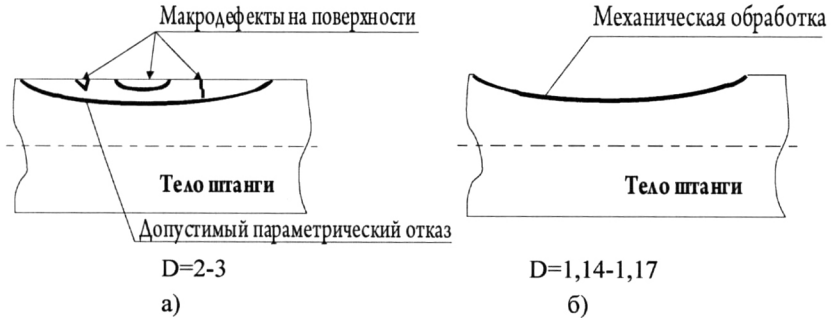


Рис. 1. а) – макродефекты в пределах показателей параметрических отказов; б) – механическая обработка дефектов.

D – относительное повышение максимальной интенсивности напряжений по отношению к новой штанге.

Предложено соотношение для определения приведённого напряжения в сечениях штанговой колонны, учитывающее геометрию скважины (1):

$$\sigma_{\text{пр}} = \sqrt{\sigma_{\text{max}}^* \sigma_a^* + (\sigma_{\text{max}}^* + \sigma_a^*) \frac{E}{\rho} R + \left(\frac{E}{\rho} R \right)^2}, \quad (1)$$

где σ_{max}^* — максимальное напряжение цикла, σ_a^* — средняя амплитуда цикла, E — модуль упругости, ρ — радиус кривизны в скважине, R — радиус штанги.

В четвёртой главе обоснованы: теоретическое решение второго комплекса задач, направленных на повышение ресурса штанговой колонны, прогностическая модель увеличения сроков безаварийной эксплуатации штанговых колонн резервированием (рис. 2а), созданием механизма остановки распространения трещин, заданием рационального распределения предварительных напряжений в их элементах. Разработана математическая модель технологического процесса упрочнения и задания дифференцированного распределения напряжений в сечении насосных штанг (рис. 2б), выведены формулы для определения остаточных напряжений. Представлена постановка задач анализа устойчивости и оптимизации конструкции. Приведено краткое описание метода Нелдера-Мида. Обоснованы пути разрешения противоречия повышения надёжности и снижения стоимости насосных штанг.

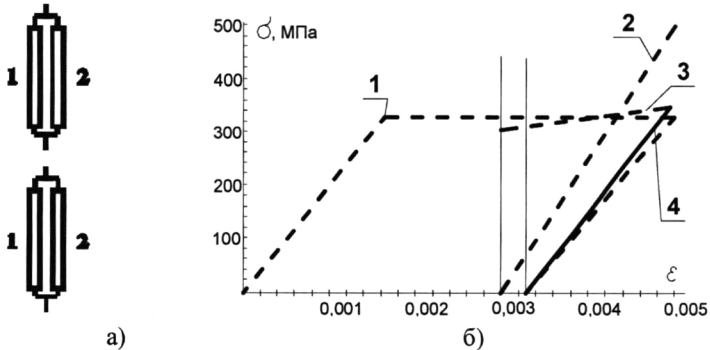


Рис. 2. а) – схема резервирования штанговой колонны; б) – схема процесса создания остаточных напряжений и нагружения разномодульной конструкции штанги в координатах « ϵ - σ ». σ — напряжения в сечениях элементов, МПа, ϵ — относительное удлинение.

1 — основной элемент (полая штанга — материал идеально упруго-пластический), 2 — резерв (внутренний стержень — материал идеально упругий), 3 — технологическое нагружение системы, 4 — интегральное напряжение в системе при нагружении.

В пятой главе дано экспериментальное обоснование первого комплекса задач, направленных на эффективное использование ресурса серийно изготавливаемых насосных штанг, приведены описание методов проведения и результаты комплексных экспериментальных исследований штанговых колонн в нефтедобывающей скважине, отдельным параграфом дана оценка результатов диссертационной работы в целом.

Экспериментально установлены:

зависимость характера изменения интенсивности обрывов от технического состояния штанговой колонны и его независимость от напряжений (рис. 3) в точке её подвеса;

рост интенсивности обрывов штанг с переходом коррозионно-усталостного разрушения в завершающую стадию;

эмпирическая зависимость характера поведения интенсивности обрывов от уровня и интервалов диагностических сигналов эхо-импульсного метода диагностики;

значительное рассеяние результатов диагностики насосных штанг в разных сервисных цехах по альтернативному признаку.

По текущим результатам эксперимента доверительная вероятность достоверной оценки технического состояния штанг эхо-импульсным дефектоскопом оценена величиной 0,861 со степенью доверия 0,95.

Надёжность работы штанг на отдельном участке колонны оценивается единственным эксплуатационным показателем — интенсивностью обрывов (2):

$$\lambda^*(t) = \frac{n(t, t + \Delta t)}{N_{\bar{n}\delta} \Delta t}, \quad (2)$$

где $n(t, t + \Delta t) = 1$ — число штанг подконтрольной ступени отказавших за наработку Δt , $N_{\bar{n}\delta}$ — среднее число исправно работающих штанг на интервале наработки $(t, t + \Delta t)$.

Величина интенсивности обрывов на участке колонны в отдельной скважине постоянна и до перехода коррозионно-усталостного разрушения в завершающую стадию не зависит от времени предшествующей работы (рис. 3), что позволяет прогнозировать затраты на ремонты гамма-процентными показателями и эксплуатировать в период нормальной работы остальную часть штанговой колонны без замены.

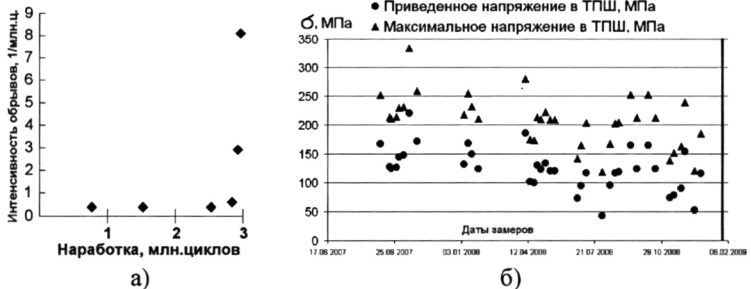


Рис. 3. Статистика наблюдения скв. 12003 НГДУ «Джалильнефть». а) — интенсивность обрывов на экспериментальном участке (штанги одинакового технического состояния); б) — приведённое и максимальное напряжения (σ , МПа) в точке подвеса штанг по результатам периодических замеров.

Приведена статистика проверки качества диагностирования насосных штанг применяемыми в ОАО «Татнефть» акустико-эмиссионным и магнитным методами неразрушающего контроля альтернативным эхо-импульсным дефектоскопом. Показано присутствие в выборках от 30 до 40% штанг с техническим состоянием соответствующим завершающей стадии усталостного разрушения.

В заключении подведены основные результаты работы, сформулированы выводы по результатам исследований. Приведены сведения об апробации, о полноте

опубликования в научной печати основного содержания диссертации, её результатов, выводов, о защищенности технических решений патентами.

Научное руководство при выполнении диссертации осуществляли доктор технических наук В.М. Валовский и доктор физико-математических наук профессор П.В. Трусов, которым автор благодарен за ценные замечания, консультации и практический вклад в исследования.

Автор выражает также признательность заведующему лабораторией техники и технологии добычи нефти отдела эксплуатации и ремонта скважин ТатНИПИнефть к.т.н. К.В. Валовскому, принимавшему непосредственное и активное участие в разработке направлений повышения надёжности глубиннонасосных штанг, старшему преподавателю кафедры математического моделирования систем и процессов ПГТУ А.И. Швейкину, производившему построение математических моделей и численные расчёты, сотрудникам лаборатории ТТДН института «ТатНИПИнефть», НГДУ ОАО «Татнефть», ООО «НКТ-Сервис», принимавшим практическое участие в исполнении комплексных испытаний средств технической диагностики.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В работе экспериментальными и теоретическими методами проведён анализ изменений технического состояния насосных штанг на основных этапах эксплуатации: в скважине, а также при техническом обслуживании и ремонте.

1. Разработана методика сравнительных промысловых испытаний штанг на надёжность. Установлено, что эффективное управление периодичностью ремонта штанговых колонн в нефтедобывающей скважине с применением показателей надёжности требует нормирования технического состояния насосных штанг до применения. Предложены эксплуатационные показатели надёжности, позволяющие оптимизировать межремонтный период скважин по техническому состоянию насосных штанг и условиям работы в скважине.

2. Разработана уточнённая формула для определения приведённого напряжения в сечениях штанговой колонны с учётом геометрии скважины, повышающая надёжность расчётов при подборе оборудования.

3. Разработаны общие требования к диагностическому обеспечению насосных штанг. Опытная проверка четырех выборок по 500 штанг из ремонтных партий показала в них наличие от 30 до 40% штанг, техническое состояние которых соответствует завершающей стадии усталостного разрушения. Экспериментально показана высокая эффективность оценки технического состояния штанговых колонн эхомпульсным дефектоскопом АДНШ, применение которого позволяет исключить не менее 30% обрывов из-за несовершенства технического состояния штанг и эффективно использовать ресурс долговечности штанговых колонн.

4. Разработаны: укрупнённая классификация отказов насосных штанг, допустимые показатели параметрических отказов, «Инструкция на производство среднего ремонта насосных штанг», «Инструкция по хранению отбракованных штанг для их последующего использования и восстановления» в составе стандарта ОАО «Татнефть» СТО ТН 036 – 2008 с целью ремонта механической обработкой и возврата в эксплуатацию до 30% отбракованных для списания штанг в условиях ОАО «Татнефть».

5. Разработаны: конструктивная схема новой составной насосной штанги с прогнозом увеличения срока безаварийной эксплуатации в два раза, технологический процесс её изготовления, расчётные инструменты проектирования технологических режимов и оптимизации конструкции.

6. Четыре технических решения, созданные в процессе выполнения работы, имеют новизну и признаны изобретениями.

Основное содержание диссертации отражено в следующих публикациях (семь из которых в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ):

1. Климов, В.А. Возможные направления повышения надёжности глубиннонасосных штанговых колонн / Климов В.А., Валовский К.В., Трусов П.В., Вильданов К.Х., Любецкий С.В. // Нефтяное хозяйство. 2007. №7. С. 82-86.

2. Климов, В.А. Возможность снижения эксплуатационных затрат на добычу нефти за счёт комплексного использования средств диагностики и нетрадиционных методов ремонта насосных штанг / Климов В.А., Валовский К.В., Валовский В.М., Ахмадиев Н.А., Трусов П.В., Швейкин А.И., Дюжиков А.Е. // Нефтяное хозяйство. 2008. № 7. С. 70-72.

3. Климов, В.А. Изучение возможности повышения надёжности глубиннонасосного оборудования (на примере насосных штанг) / Климов В.А., Валовский К.В., Валовский В.М. // Сборник докладов научно-технической конференции, посвящённой 60-летию разработки Ромашкинского нефтяного месторождения. М.: ЗАО «Издательство «Нефтяное хозяйство», 2008. С. 200-206.

4. Климов, В.А. Преимущества применения «составных» насосных штанг / Климов В.А., Валовский К.В., Валовский В.М., Ахмадиев Н.А., Трусов П.В., Швейкин А.И., Дюжиков А.Е. // Нефтяное хозяйство. 2008. № 9. С. 38-39.

5. Валовский, В.М. Совершенствование техники и технологии добычи нефти в осложнённых условиях в ОАО «Татнефть» / Валовский В.М., Валовский К.В., Климов В.А. // Бурение и нефть. 2009. № 2. С. 34 — 36.

6. Климов, В.А. Результаты комплексных испытаний средств технической диагностики насосных штанг в ОАО Татнефть» / Климов В.А., Валов-

ский К.В., Гаврилов В.В., Ишмурзин Р.Р., Воронков В.С. // Нефтяное хозяйство. 2009. № 4. С. 94-98.

7. Климов, В.А. О возможности снижения частоты обрывов насосных штанг путем совершенствования методов качественной и количественной оценки остаточной наработки / Климов В.А., Валовский К.В., Валовский В.М., Трусов П.В., Швейкин А.И. // Нефтяное хозяйство. 2009. № 7. С 60-64.

8. Климов, В.А. Обоснование диагностических признаков усталостного разрушения насосных штанг / Климов В.А., Валовский К.В., Валовский В.М., Трусов П.В., Швейкин А.И. // Нефтяное хозяйство, 2009. № 10.

9. Пат. №66440 U1, Российская Федерация, МПК F04B 47/02. Насосная штанга / Климов В.А., Валовский К.В., Валовский В.М.; заявитель и патентообладатель ОАО «Татнефть». - № 2007112979/22; заявл.06.04.2007; опубл. 10.09.2007; Бюл. № 25.

10. Пат. №2336435 C1, Российская Федерация, МПК F 04 B 47/00, E 21 B 17/00. Насосная штанга. / Климов В.А., Валовский К.В., Валовский В.М.; заявитель и патентообладатель ОАО «Татнефть». - № 2007112904/06; заявл. 06.04.2007; опубл. 20.10.2008; Бюл. № 29.

11. Пат. №2346135 C1, Российская Федерация, МПК F 21 B 17/00, B 23P 6/00. Способ ремонта насосных штанг / Климов В.А., Валовский К.В., Валовский В.М., Ахмадиев Н.А., Билалов М.Х.; заявитель и патентообладатель ОАО «Татнефть». - № 2007122890/03; заявл. 18.06.2007; опубл. 10.02.2009; Бюл. № 4.

12. Пат. №2361058 C1, Российская Федерация, МПК F 21 B 17/00, B 23P 6/00. Способ изготовления насосных штанг /Климов В.А., Валовский К.В., Валовский В.М., Ахмадиев Н.А., Билалов М.Х.; заявитель и патентообладатель ОАО «Татнефть». - № 2007129857/03; заявл. 03.08.2007; опубл. 10.07.2009; Бюл. № 19.

13. Способ изготовления насосных штанг. Заявка на изобретение № 2008124054 от 11.06.2008 г. / Климов В.А., Валовский К.В., Валовский В.М., Ахмадиев Н.А., Билалов М.Х., Трусов П.В., Швейкин А.И.//Положительное решение о выдаче патента от 05.08.2009 г.

14. ТУ 3665-029-00217515-06. Штанги насосные, штоки устьевые и муфты к ним. Технические условия / Шардаков С.Н., Бабушкин В.В., Некрасов М.В., Дюжигов А.Е., Климов В.А. // г. Очёр, 2007. 49 с.

15. СТО ТН 036- 2008. Стандарт по отбраковке и использованию НКТ, штанг, насосов ШГН при обслуживании, ремонте и эксплуатации / Махмутов И.Х., Мутин И.И., Климов В.А./г. Бугульма, 2008. 61 с.

Отпечатано в секторе оперативной полиграфии
института «ТатНИПИнефть» ОАО «Татнефть»
тел.: (85594) 78-656, 78-565
Подписано в печать 05.11.2009 г.
Заказ №05110901 Тираж 100 экз.